

DER WASSERGEHALT DES GEHIRNS
UND SEINE ABHÄNGIGKEIT VON
LEBENSALTER, HIRNGEWICHT UND
ANDEREN FAKTOREN

Barbara Helmtrud Wiest-Jonas

*Thes
binden
25*



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus dem Institut für Rechtsmedizin der
Universität München
Direktor: Prof. Dr. med. W. Spann

DER WASSERGEHALT DES GEHIRNS
UND SEINE ABHÄNGIGKEIT VON LEBENSALTER,
HIRNGEWICHT UND ANDEREN FAKTOREN

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde
an der Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Barbara Helmtrud Wiest-Jonas
aus
München

1984

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. W. Spann

Dekan: Prof. Dr. W. Spann

Tag der mündlichen Prüfung: 14.02.1985

DISSERTATIONS - UND FOTODRUCK FRANK GmbH
8000 München 2, Gabelsbergerstraße 15, Tel. 2809090

Meinen lieben Eltern

gewidmet

Die vorliegende Arbeit wurde von März 1981 bis Oktober 1981 im Institut für Rechtsmedizin der Universität München (Leiter Prof.Dr.med.W. Spann) ausgeführt.

Herr Prof. Dr. med. W. Spann stellte das Thema und gab die Anleitung zu dieser Dissertation.

Bedanken möchte ich mich bei Prof. Dr. med. E. Liebhardt für die wertvollen Ratschläge zu dieser Arbeit.

Mein ganz besonders herzlicher Dank gilt Dr. med. habil und Dr. rer.nat. Gundolf Beier, der mich jederzeit sehr unterstützte und mir bei der technischen Durchführung der Versuche geholfen hat.

Außerdem bedanke ich mich noch bei Hr. Reuschel für seine Hilfe bei der Computerauswertung.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A Einleitung	1 - 3
B Methode	4 - 6
C Untersuchungsgut	7 - 12
D Ergebnisse	
I) Durchschnittswassergehalt	
1) weiße Substanz	
a) Durchschnittswerte bei Männern und Frauen	
b) Extremwerte bei Männern und Frauen	13 - 14
c) Literaturvergleich	15
2) Thalamus	
a) Durchschnittswerte bei Männern und Frauen	
b) Extremwerte bei Männern und Frauen	16 - 17
c) Literaturvergleich	18
3) Statistische Vergleiche	
a) Vergleich des Wassergehalts des Thalamus mit dem der weißen Substanz	
b) Vergleich der Gruppe der Männer mit der Gruppe der Frauen	19 - 20
II) Wassergehalt in Abhängigkeit vom Alter	
1) weiße Substanz	
2) Thalamus	
3) Verhältnis des Wassergehalts der weißen Substanz zu dem des Thalamus in Abhängigkeit vom Alter	21 - 26

III)	Wassergehalt in Abhängigkeit vom Hirngewicht	
	1) weiße Substanz	
	2) Thalamus	
	3) weiße Substanz/Thalamus	27 - 31
IV)	Wassergehalt in Abhängigkeit vom 'standardisierten' Hirngewicht	
	1) Begriffserklärung	
	2) a) Wassergehalt der weißen Substanz	32
	b) Wassergehalt des Thalamus	33 - 35
V)	Wassergehalt in Abhängigkeit von der Sektionszeit post mortem	36 - 39
VI)	Wassergehalt in Abhängigkeit von der Dauer der Agone	40 - 43
VII)	Der Wassergehalt in Abhängigkeit von den bei der Obduktion protokollierten Angaben	44 - 48
E	Diskussion	49 - 50
F	Zusammenfassung	51 - 52
G	Tabellen- und Abbildungsverzeichnis	
	I) Tabellen	53
	II) Abbildungen	54 - 55
H	Literaturverzeichnis	56 - 59

A Einleitung

Bei der gerichtsmedizinischen Obduktion von Leichen wird sehr oft die Diagnose Hirndruck gestellt. Nach Reichardt (14) ist der Hirndruck ein Mißverhältnis zwischen verfügbarem Schädelinnenraum und den eingeschlossenen festen und flüssigen Substanzen. Die Volumendifferenz beträgt normalerweise beim Hirngesunden im 3. Lebensjahrzehnt 10%.

Ist dieser Wert kleiner, spricht Reichardt von Hirndruck.

Neugebauer (11) unterteilt in akuten und chronischen Hirndruck. Er geht davon aus, daß die, durch das Hirnödem oder die Hirnschwellung im Sinne Reichardts hervorgerufenen morphologischen Veränderungen, wie Volumenzunahme und Konsistenzänderung zum akuten Hirndruck führen. Sichtbar wird der akute Hirndruck durch die Abflachung und das Verstreichen der Hirnwindungen, da durch die Volumenzunahme die Hirnsubstanz gegen die Schädelkapsel gedrückt wird. In hochakuten Fällen kommt es zur lokalen Druckischämie der der Schädelkapsel unmittelbar aufliegenden Hirnteile. Die Hirnkammern, insbesondere der schmale dritte Ventrikel, werden komprimiert. Die Kleinhirntonsillen werden in das Foramen occipitale magnum hineingedrängt.

Der chronische Hirndruck ist auf sich langsam aufbauende, raumfordernde intracranielle Prozesse zurückzuführen. Langsam wachsende Tumoren vermehren die Gewebsmasse in der Schädelkapsel.

Behinderungen des Liquorabflusses führen zu einem Ungleichgewicht zwischen Liquorproduktion und Abfluß ins venöse System. So muß sich auf die Dauer der Raumbedarf des Ventrikelsystems vergrößern, der Hirndruck steigt (21). Morphologisch sichtbar ist der chronische Hirndruck durch die Gefäßfurchen in der Tabula externa des Schädeldaches und die verdünnten Schädelknochen.

Der Hirndruck kann die primär auslösende Todesursache oder ein Begleitsymptom des des zum Tode führenden Leidens sein.

Der Befund Hirndruck wird vom Obduzenten subjektiv erhoben. Er bleibt umstritten, solange nicht objektive Parameter zur Beurteilung herangezogen werden können. Die von Reichardt (15) vorgeschlagenen Volumenbestimmungen von Schädelinnenraum und Hirngewebe scheinen im Routinebetrieb unpraktikabel. G. Beier u.a. (2) erhoben eine Untersuchung über die Beziehung zwischen Hirndruck, Hirngewicht und Liquorosmolalität. Dabei wurde herausgefunden, daß das absolute Hirngewicht ein grober Parameter für die Unterscheidung von nicht und stark erhöhtem Hirndruck zu sein scheint. Hinsichtlich der Osmolalität wurden in den Fällen stark erhöhten Hirndrucks zwei Gruppen sichtbar. In der einen Gruppe fand sich keine Erhöhung der Osmolalität, verglichen mit der Gruppe mit mäßig oder nicht erhöhtem Hirndruck. Die Konsistenz dieser Gehirne war trocken, bei den Todesmechanismen überwogen akute. Die andere Gruppe der Fälle mit stark erhöhtem Hirndruck wies gegenüber den Fällen mit nicht oder nur mäßig erhöhtem Hirndruck eine stark erhöhte Osmolalität auf. In diesen Fällen war die Konsistenz des Gewebes zähklebrig und protrahierte Todesmechanismen überwogen.

Ziel dieser Arbeit war es, einen möglichen Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Hirndruck zu untersuchen.

Reichardt (13) schreibt, daß der Wassergehalt des Gehirns ständigen Schwankungen unterworfen ist und daß die darauf einwirkenden Faktoren unbekannt sind. Elliot (8) stellt im Tierexperiment bei Hasen große Unterschiede im Trockensubstanzgehalt des Gehirns fest, die nicht auf die Tiefe bzw. Länge der Anästhesie, Gewicht der Tiere oder die Todesart zurückgeführt werden konnten. Donaldson (5) (6) hingegen zeigte in ausführlichen Studien an Ratten, daß der Feuchtigkeitsgehalt des Gehirns beeinflußt wird von dem Alter und der Größe der Tiere sowie der Größe des Gehirns.

Weitere Untersuchungen sollten abklären, ob der Wassergehalt des Hirngewebes beim Menschen von Geschlecht, Alter, Hirngewicht, Sektionszeit post mortem oder Dauer der Agone beeinflußt wird. Außerdem wurde in der vorliegenden Arbeit überprüft, ob der Befund der morphologischen Veränderungen, die zur Diagnose Hirndruck führen, mit einem erhöhten Wassergehalt einhergeht. Dabei fallen unter den Begriff Hirndruck, die kausalen Phänomene Hirnödem und Hirnschwellung, die schwer gegeneinander abzugrenzen sind (9).

B Methode

Die Gehirne stammten aus den Sektionen des Instituts für Rechtsmedizin der Universität München. Dort wird standardgemäß wie folgt vorgegangen:

Nach Abziehen der Kopfschwarte wird das knöcherne Schädeldach in typischer Weise stets an gleicher Stelle mittels Handsäge horizontal so durchtrennt, daß dabei die harte Hirnhaut möglichst unversehrt bleibt. Nach Eröffnung des Längsblutleiters wird die Dura mater im Bereich der Sägeschnittebene mit der Schere durchschnitten und nach Einschneiden der Hirnsichel entfernt. Danach werden die Hirnnerven durchtrennt, das Gehirn herausgestülpt und das Kleinhirndach durch Scherenschlag eröffnet. Nach Durchtrennung der Medulla oblongata, die stets an gleicher Stelle erfolgt, wird das Gehirn aus dem Schädel entnommen und gewogen. Anschließend erfolgt die Sektion des Gehirns, wobei es in der Frontalebene in ca. 1-2 cm dicke Scheiben geschnitten wird.

Für die Untersuchung des Wassergehaltes wurden mit dem Skalpellschädel Würfel mit einer Kantenlänge von ca. 1 cm sowohl aus der weißen Substanz im anterioren Bereich des Corpus callosum als auch aus dem Thalamus herausgeschnitten. Um ein möglichst gleichmäßiges Trocknen zu gewährleisten, wurden die Gewebeproben in den Petrischalen mittels Skalpellschädel homogenisiert. Das Gewicht der Petrischalen mit den frischen Gewebeproben wurde auf 1/10 mg genau bestimmt.

Anschließend erfolgte das Trocknen der Petrischalen mit den Gewebeproben in einem Vakuumtrockenschrank bei 80° Celcius 48 Stunden lang. Wie sich in den Versuchen zeigte, trat bei längerer Trockenzeit kein Gewichtsverlust mehr auf.

Dann wurde das Gewicht der Petrischalen mit den getrockneten Gewebeproben bestimmt. Der Wassergehalt der Gewebeproben ergab sich aus folgender Formel:

$$\% \text{ Wassergehalt} = \frac{G_1 - G_2}{G_1 - G_3} \times 100 \%$$

G_1 = Gewicht der Petrischale und der frischen, homogenisierten Gewebeprobe

G_2 = Gewicht der Petrischale und der getrockneten Gewebeprobe

G_3 = Leergewicht der Petrischale

Mögliche Fehlerquellen beinhaltet die Methode dadurch, daß die Lokalisation der entnommenen Gewebeproben nicht genau übereinstimmt. Gewebeproben, die der unmittelbaren Nähe eines Gefäßes entnommen wurden, könnten durch Difussion einen höheren Wassergehalt aufweisen. Außerdem ist nicht auszuschließen, daß sich in einem Teil des Hirnmaterials Mikrogefäße befanden.

Ein weiteres Problem lag in der Heterogenität des verwendeten Materials. Anders, als bei standardisierten Tierversuchen, schwankten die Werte der Leichen hinsichtlich Alter, Größe, Hirngewicht, Liegezeit und insbesondere hinsichtlich der Todesursache selbst sehr stark.

C Untersuchungsgut

Das Obduktionsmaterial stammte aus dem Institut für Rechtsmedizin in der Universität München. Untersucht wurden Gewebeproben von 153 Leichen aus dem Jahre 1981. 96 Leichen waren männlich, 57 weiblich. Das Alter erstreckte sich von 17 bis 81 Jahre (Abb. 1).

Die Körperlänge betrug bei den Männern von 157 cm bis 188 cm (Abb. 2), bei den Frauen von 142 cm bis 176 cm (Abb. 2). Das Hirngewicht lag bei den Männern zwischen 1097 gr. und 1760 gr. (Abb. 3), wobei als Durchschnittsgewicht 1445 gr. ermittelt wurde. Bei den Frauen lag das Hirngewicht zwischen 1045 gr. und 1533 gr. (Abb. 3), wobei als Durchschnittswert 1305 gr. ermittelt wurde.

Die Liegezeit der Leichen von der festgestellten Todeszeit bis zur Obduktion betrug zwischen 12 und 96 Stunden (Abb. 4). Im Gegensatz zum Material aus pathologisch-anatomischen Instituten handelte es sich bei der überwiegenden Mehrzahl der Fälle um Individuen, die bei körperlicher Gesundheit verstarben. Verkehrs- und Betriebsunfälle mit Verbluten und zentraler Lähmung durch Schädelbasisbruch, sub- und epidurales Hämatom, Coronarverschluß, Kohlenmonoxydvergiftung, Pneumonie, Vergiftung, Erhängen und Ertrinken waren die häufigsten Todesursachen.

Außerdem wurde die von den Obduzenten während der Sektion subjektiv erhobene Beurteilung des Gehirns nach folgenden Gesichtspunkten:

- sind die Hirnwindungen abgeplattet
- springen die Kleinhirnmandeln hervor
- sind die Hirnhöhlen ausgeweitet (verengt)
- wie ist die Konsistenz der Schnittfläche des Gehirns
- bestand, nach Wertung der Obduzenten,
Hirndruck

festgehalten.

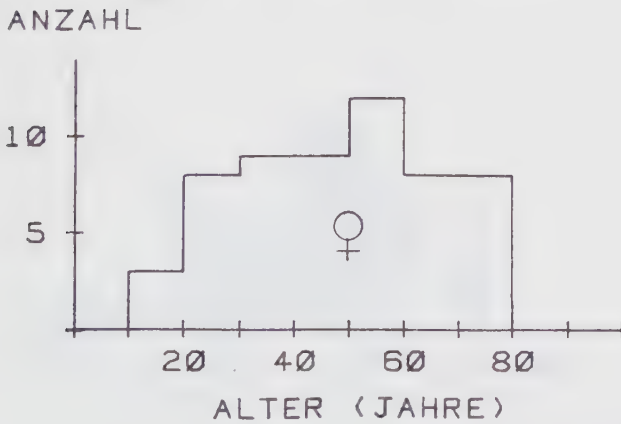
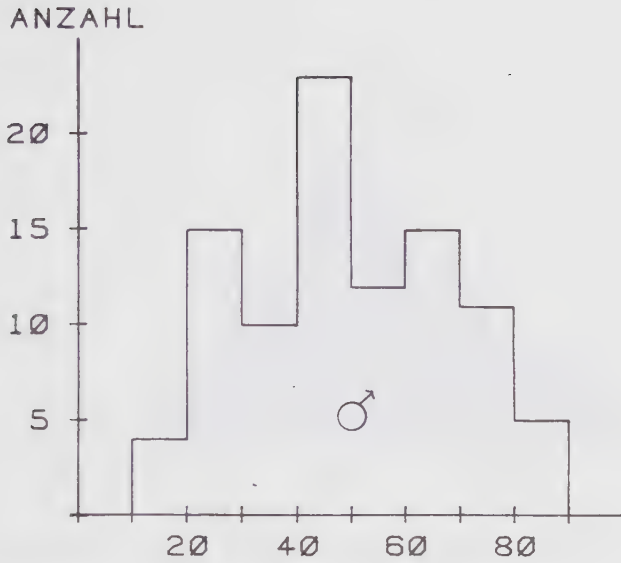
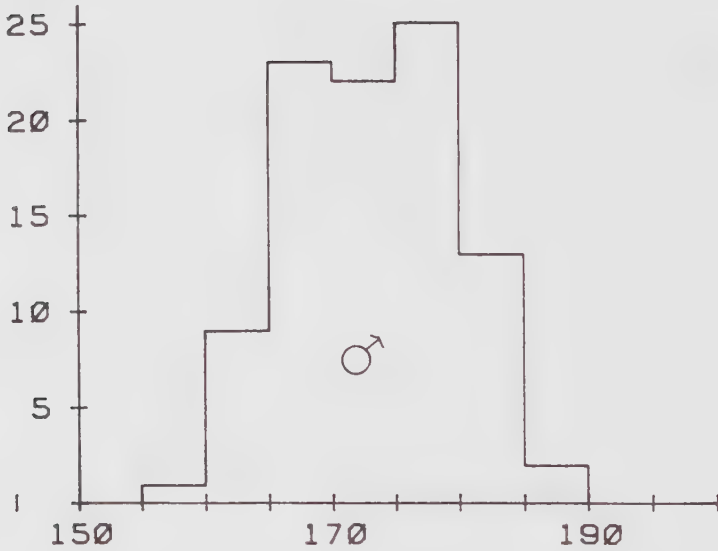


Abb. 1: Häufigkeitsverteilung des Alters bei Männern und Frauen

ANZAHL



ANZAHL

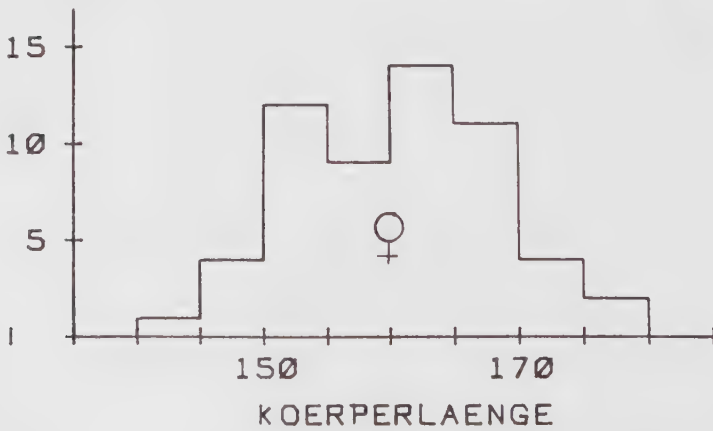
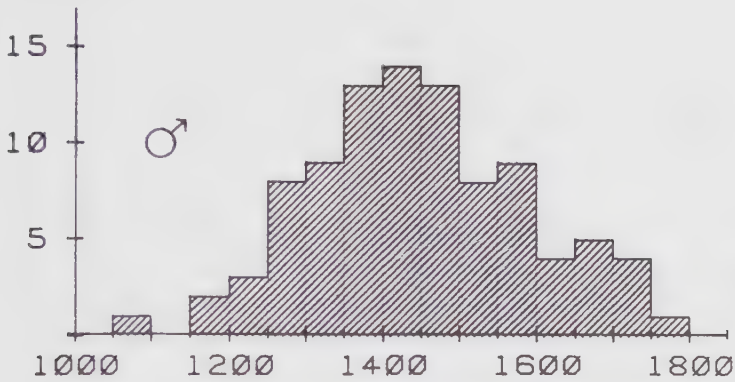


Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Körperlänge
Männer und Frauen

ANZAHL



ANZAHL

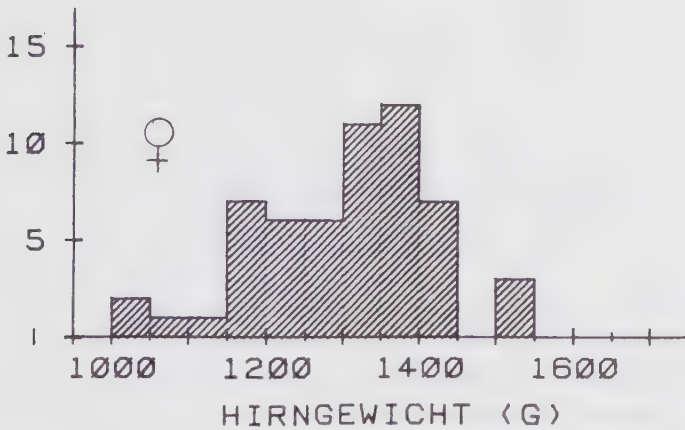


Abb. 3: Häufigkeitsverteilung des Hirngewichts,
Männer und Frauen

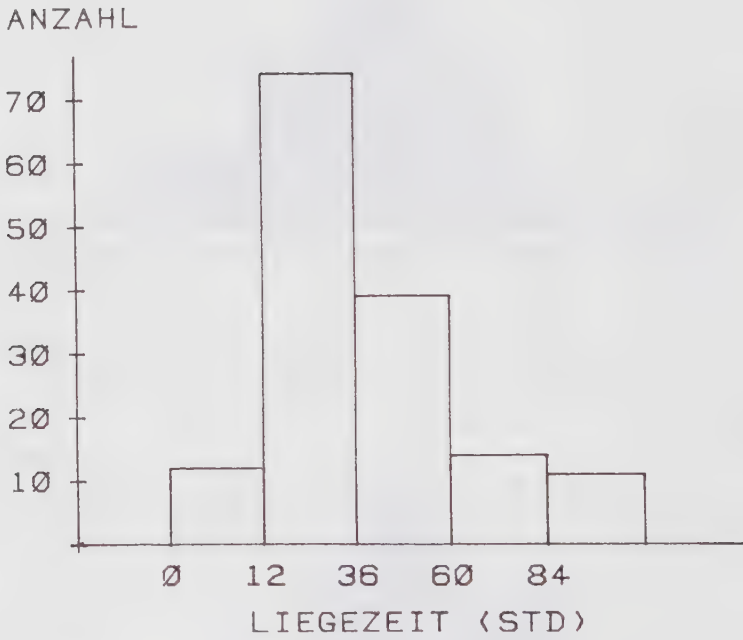


Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Liegezeit
(gesamtes Untersuchungsgut)

D Ergebnisse

I) Durchschnittswassergehalt

1.) weiße Substanz

a) Durchschnittswerte bei Männern und Frauen

Als durchschnittlicher Wassergehalt der weißen Substanz wurde bei den Männern (96 Fälle) 70,4% errechnet. Die Standardabweichung betrug 2,4, was einem Variationskoeffizienten des Wassergehaltes von ungefähr 3% entspricht.

Bei den Frauen (57 Fälle) betrug der durchschnittliche Wassergehalt 69,9 %, die Standardabweichung war 2,5, was einem Variationskoeffizienten von 3,6% entspricht.

b) Extremwerte bei Männern und Frauen

Besonders hohe Werte, also die, die außerhalb des 2s Bereiches lagen und somit größer waren als 75,2%, fanden sich bei den Männern in nur 4 Fällen (Tab. 1). Der geringste Wassergehalt betrug bei den Männern 66,1%. Dieser Wert lag allerdings noch innerhalb des 2s Bereiches. Auch bei den Frauen fand sich bei 4 Individuen ein Wassergehalt der weißen Substanz der oberhalb des 2s Bereiches lag, hier also größer war als 74,9% (Tab. 1). Der niedrigste Wert war 65,4%. Dieser Wert liegt jedoch im 2s Bereich.

Tab. 1 Individuen mit extrem hohem Wassergehalt der weißen Substanz mit Aufschlüsselung der anderen ermittelten Parameter

	Wassergehalt weiße Substanz %	Wassergehalt Thalamus %	Alter (Jahre)	Hirngewicht (Gramm)	Sektionszeit post mortem (Stunden)	Dauer der Agone
Männer	81,3	74	80	1165	93	protrahiert
	78,2	77,8	80	1350	28	perakut
	75,8	78,7	66	1260	65	protrahiert
	75,4	80,1	40	1650	24	perakut
	77,8	82,8	54	1396	29	akut
Frauen	77,3	87,3	25	1362	48	subakut
	75,7	73,0	45	1302	24	protrahiert
	75,2	77,0	76	1312	24	akut

c) Literaturvergleich

Der hier ermittelte Wert des durchschnittlichen Wassergehaltes der weißen Substanz (70.4 bzw. 69.9%) stimmt mit den in der Literatur angegebenen Werten weitgehend überein. Reichardt (13) gibt den Wassergehalt der weißen Substanz mit 70% - 72% an, Strobl (24) mit 68,42%, Torack u.a. (25) mit 70,8%
+ 2,1% und Alcalá u.a. (1) mit 66,5% bis 74,5% an.

2.) Thalamus

a) Durchschnittswerte bei Männern und Frauen

Der durchschnittliche Wassergehalt des Thalamus war bei den Männern (96 Fälle) 77,0%. Die Standardabweichung betrug 2,3, was einem Variationskoeffizienten von 3,1% entspricht. Auch bei den Frauen (57 Fälle) war der Durchschnittswassergehalt 77,0%. Die Standardabweichung betrug 2,5, was einem Variationskoeffizienten des Wassergehaltes von 3,2% entspricht.

b) Extremwerte bei Männern und Frauen

Besonders hohe Werte, oberhalb des 2s Bereiches, also höher als 81,6%, gab es bei den Männern 4 mal (Tab. 2). Der kleinste Wert mit 68,9% fiel unterhalb die 2s Grenze (Tab. 2). Auch bei den Frauen gab es 2 Fälle, bei denen der Wassergehalt oberhalb des 2s Bereiches, also über 82% lag (Tab. 2) . Der kleinste Wert, mit 73%, liegt noch innerhalb des 2s Bereiches.

Tab. 2 Extremwerte des Wassergehalts des Thalamus
mit Aufschlüsselung der anderen ermittelten
Parameter

	Wassergehalt Thalamus %	Wassergehalt weiße Substanz %	Alter Jahre	Hirngewicht Gramm	Sektionszeit post mortem Stunden	Dauer der Agone
Männer	85,4	71,9	81	1425	39	akut
	83,4	69,6	43	1588	51	akut
	83,3	72,1	72	1616	138	protrahiert
	83,2	70,1	40	1479	71	protrahiert
	68,9	72,6	30	1713	24	protrahiert
Frauen	87,3	77,3	25	1362	48	akut
	82,8	77,8	54	1396	29	subakut

c) Literaturvergleich

Beim Literaturvergleich mit Geweben vergleichbarer Konsistenz findet sich eine geringere Übereinstimmung als bei der weißen Substanz. Reichardt (13) gibt den Wassergehalt der grauen Substanz mit 83% an. Strobl (24) berechnete den Wassergehalt der Stammganglien bei Hirngesunden auf 77,97%. Alcalá u.a. (1) gibt für den Wassergehalt der Kleinhirnrinde 80,3% an. Nach Meinung von Skelton (19) unterscheidet sich der Wassergehalt des Gehirns zwischen den verschiedenen Spezies nicht mehr als zwischen den verschiedenen Individuen einer Spezies. Bei der Ratte wurde der Wassergehalt im Kerngebiet mit $80,29 \pm 0,84$ ml/ pro 100g angegeben (26) .

Bei den Individuen mit besonders hohen Werten des Wassergehaltes, konnte man weder beim Thalamus noch bei der weißen Substanz Gemeinsamkeiten hinsichtlich der anderen ermittelten Parameter, wie Alter und Hirngewicht der Leiche, sowie Sektionszeit post mortem und Dauer der Agone, erkennen (Tab. 1 u. 2), die als Ursache für den extremen Wassergehalt dienen könnten.

Auffallend war, daß bis auf eine einzige Ausnahme bei den Männern beim Thalamus, die Extremwerte nur nach oben, nie nach unten abwichen.

Hallervorden (10) äußerte die Meinung, daß die ödematösen Flüssigkeitsansammlungen hauptsächlich in der Marksubstanz vorkämen. Es wurde bei der vorliegenden Untersuchung keine größere Ödembereitschaft der weißen Substanz gegenüber dem Thalamus festgestellt.

3.) Statistische Vergleiche

- a) Vergleich des Wassergehaltes des Thalamus mit dem der weißen Substanz.

Sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen waren die Varianzen beim statistischen Vergleich auf dem 95% Niveau gleich. Bei dem Test nach Sachs (17), S. 266, auf Gleichheit der Mittelwerte, unterscheiden sich die Beiden auf dem Signifikanzniveau von 99,999%.

Aus diesem Grund wurde bei den nachfolgenden Untersuchungen die Abhängigkeit des Wassergehaltes des Thalamus und der weißen Substanz von den verschiedenen Parametern getrennt beurteilt.

- b) Vergleich der Gruppe der Männer mit der Gruppe der Frauen.

Es fällt auf, daß der durchschnittliche Wassergehalt sowohl des Thalamus, als auch der weißen Substanz bei Männern und Frauen annähernd gleich sind. Es wurde deshalb versucht, dieses Ergebnis statistisch zu sichern.

Bei der weißen Substanz sind die Varianzen von Männern und Frauen auf dem 95% Niveau gleich. Bei dem Test nach Sachs auf Gleichgewicht der Mittelwerte (17) unterscheiden sich die Beiden auf dem Signifikanzniveau von 81,73%, d.h. ein Unterschied des Wassergehaltes der weißen Substanz von Männern und Frauen konnte statistisch nicht gesichert werden.

Auch beim Thalamus sind die Varianzen auf dem 95% Niveau gleich. Beim Test auf Gleichheit der Mittelwerte nach Sachs, S. 266, unterscheiden sich die Beiden auf dem Signifikanzniveau von 5,56%, d.h. sie können als gleich betrachtet werden. Folglich unterscheidet sich der Wassergehalt des Thalamus der Männer nicht von dem der Frauen.

Da sich aber das Hirngewicht von Männern und Frauen unterscheidet (7) (20), wurde bei der nachfolgenden Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Wassergehalt und Hirngewicht die Gruppe der Männer und die Gruppe der Frauen getrennt überprüft.

Bei Männern scheint eine größere Abhängigkeit des Hirngewichts vom Alter vorzuliegen als bei Frauen (12). Deshalb wurde auch die Altersabhängigkeit des Wassergehalts bei Männern und Frauen getrennt überprüft.

Was aber die Relation des Wassergehaltes zur Liegezeit, Dauer der Agone und zu den bei der Obduktion protokollierten Angaben betrifft, wurden Männer und Frauen wie eine Gruppe behandelt.

II. Der Wassergehalt in Abhängigkeit vom Alter

1.) Weiße Substanz

Weder bei den Männern (Abb. 5) noch bei den Frauen (Abb. 5) ließ sich eine Altersabhängigkeit des Wassergehalts der weißen Substanz erkennen.

2.) Thalamus

Auch hier war kein Zusammenhang des Wassergehalts des Thalamus mit dem Alter der Männer, bzw. der Frauen, feststellbar (Abb. 6).

3.) Verhältnis des Wassergehalts der weißen Substanz zu dem des Thalamus in Abhängigkeit vom Alter

Bei dieser Untersuchung sollte festgestellt werden, ob eine der beiden Substanzen gegenüber der anderen mit höherem Alter des Individuums, an Wassergehalt zunimmt. Sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen (Abb. 7) wurde dies nicht festgestellt.

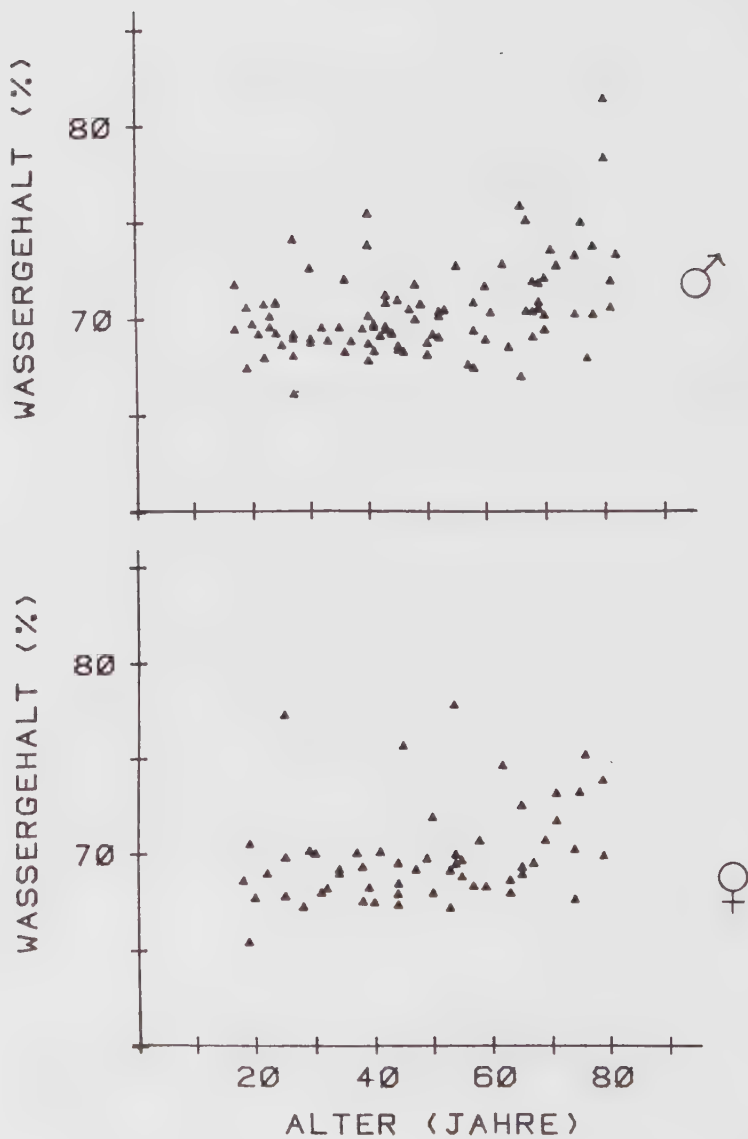


Abb. 5: Wassergehalt der weißen Substanz in
Abhängigkeit vom Alter (Männer und Frauen)

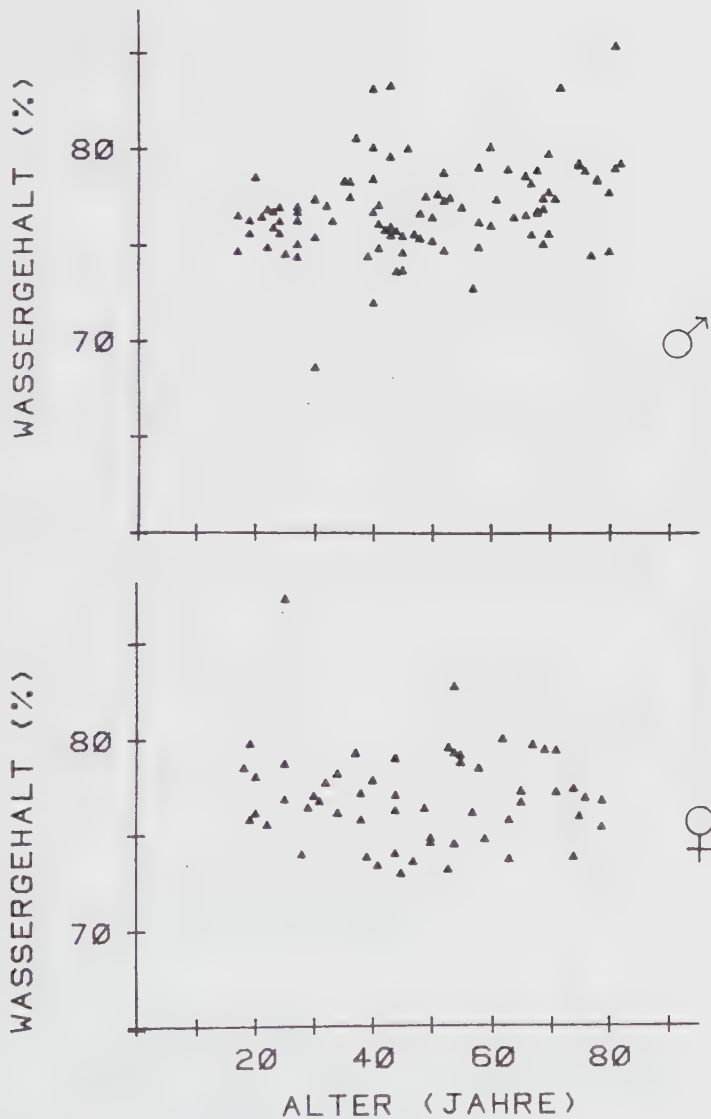


Abb. 6: Wassergehalt des Thalamus in Abhängigkeit vom Alter (Männer und Frauen)

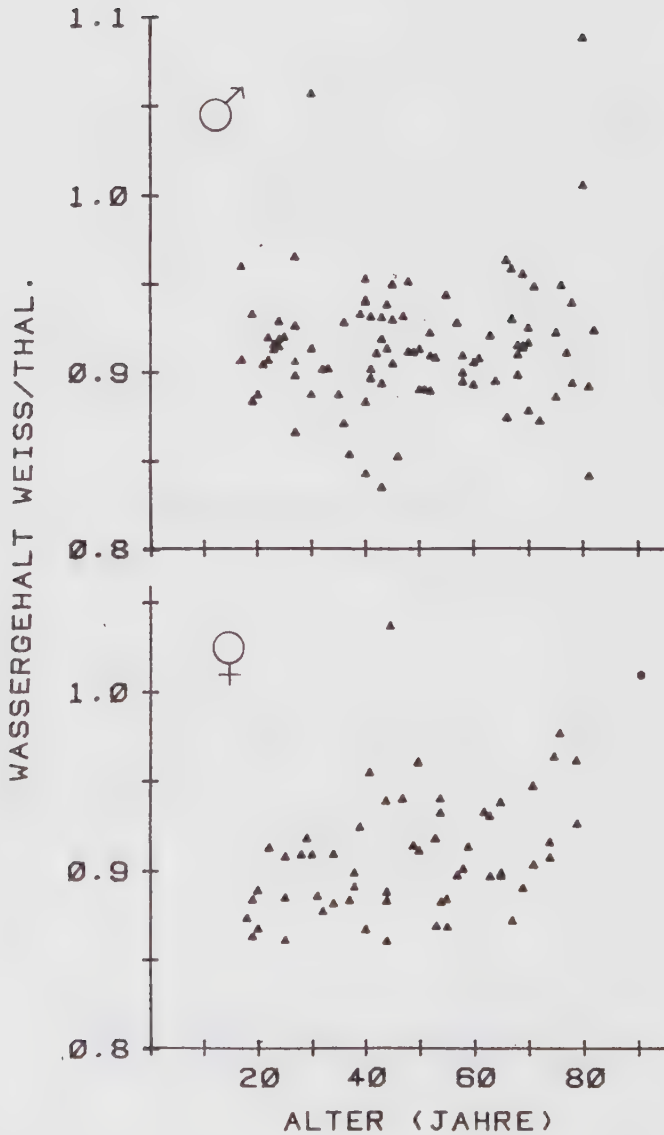


Abb. 7: Verhältnis des Wassergehaltes weiße Substanz/
Thalamus in Abhängigkeit vom Alter (Männer und
Frauen)

Tabelle 3 :

Aufschlüsselung der Extremwerte des Wassergehalts nach dem Alter der Leichen

	Wassergehalt und Alter der Männer		Wassergehalt und Alter der Frauen	
weiße Substanz	min.66,1%	27 Jahre	65,4%	19 Jahre
	max.81,3%	80 Jahre	77,8%	54 Jahre
Thalamus	min.68,7%	30 Jahre	73,0%	45 Jahr
	max.85,4%	81 Jahre	87,3 %	25 Jahre
weiße Substanz/	min. 0,84	43 Jahre	0,86	44 Jahre
Talamus	max. 1,1	80 Jahre	1,0	45 Jahre

4.) Vergleich mit der Literatur

Beim Vergleich mit Untersuchungen von Strobl (24), Burckhardt (4) und Reichardt (14) konnte keine Übereinstimmung der Ergebnisse festgestellt werden.

Strobl schreibt, die allgemeine Meinung, die Hirnsubstanz des alten Menschen würde wasserärmer, bestehe zu unrecht. Er könne, ganz im Gegenteil feststellen, daß die Wasserverhältnisse des Gehirns sich in der Form änderten, daß das sehr wasserreiche embryonale und auch kindliche Gehirn bis zur Adoleszenz ständig an Wasser abnehme und dann zum Senium hin wieder eine, wenn auch geringe, Wasseranreicherung statfinde. Senile Gehirne wiesen eine eindeutige Wasseranreicherung auf.

Für Burckhardt besteht die senile Atrophie im Alter von Hirnsubstanz als primärer Prozeß, der begleitet ist von einer vikariierenden Vermehrung wäßriger, seröser Flüssigkeit.

Reichardt schreibt, daß das Hirngewebe die Fähigkeit, Gewebswasser festzuhalten, im hohen Alter verliere, d.h. Gewebswasser werde frei. Die Folge davon wäre eine Flüssigkeitsanreicherung mit eigenem, freiwerdenden Gewebswasser.

Die vorliegende Untersuchung bestätigt diese Ergebnisse nicht.

III. Der Wassergehalt in Abhängigkeit vom Hirngewicht

1.) Weiße Substanz

Weder bei den Männern (Abb. 8) noch bei den Frauen (Abb. 8) konnte ein Zusammenhang des Wassergehaltes der weißen Substanz mit dem Hirngewicht festgestellt werden.

2.) Thalamus

Eine Abhängigkeit des Wassergehaltes des Thalamus vom Hirngewicht konnte auch hier weder bei den männlichen (Abb. 9) noch bei den weiblichen (Abb. 9) Leichen festgestellt werden.

3.) Weiße Substanz / Thalamus

Die Untersuchung dieses Wertes sollte etwas darüber aussagen, ob bei den vergleichsweise schweren, bzw. bei den leichten Gehirnen eine Substanz gegenüber der anderen an Wassergehalt zu- bzw. abnimmt.

Dies war bei der vorliegenden Untersuchung nicht der Fall, d.h. sowohl bei den Männern (Abb. 10), als auch bei den Frauen (Abb. 10) war das Verhältnis des Wassergehaltes der weißen Substanz zu dem des Thalamus vom Hirngewicht unabhängig.

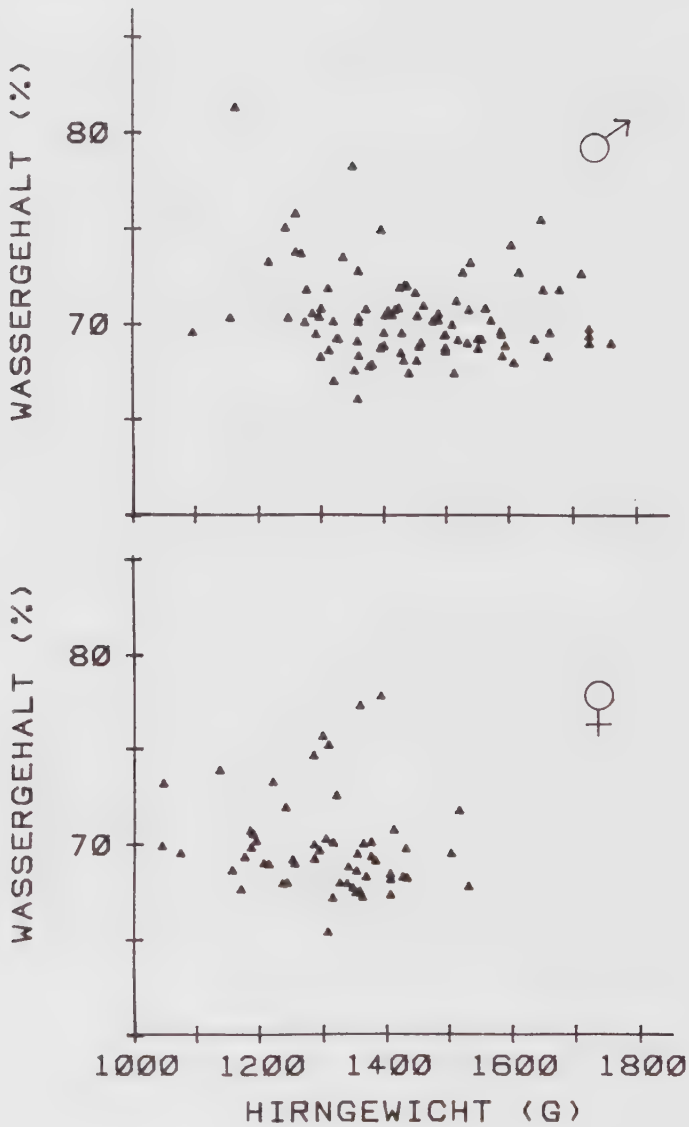


Abb. 8: Abhängigkeit des Wassergehalts der weißen
Substanz vom Hirngewicht
(Männer und Frauen)

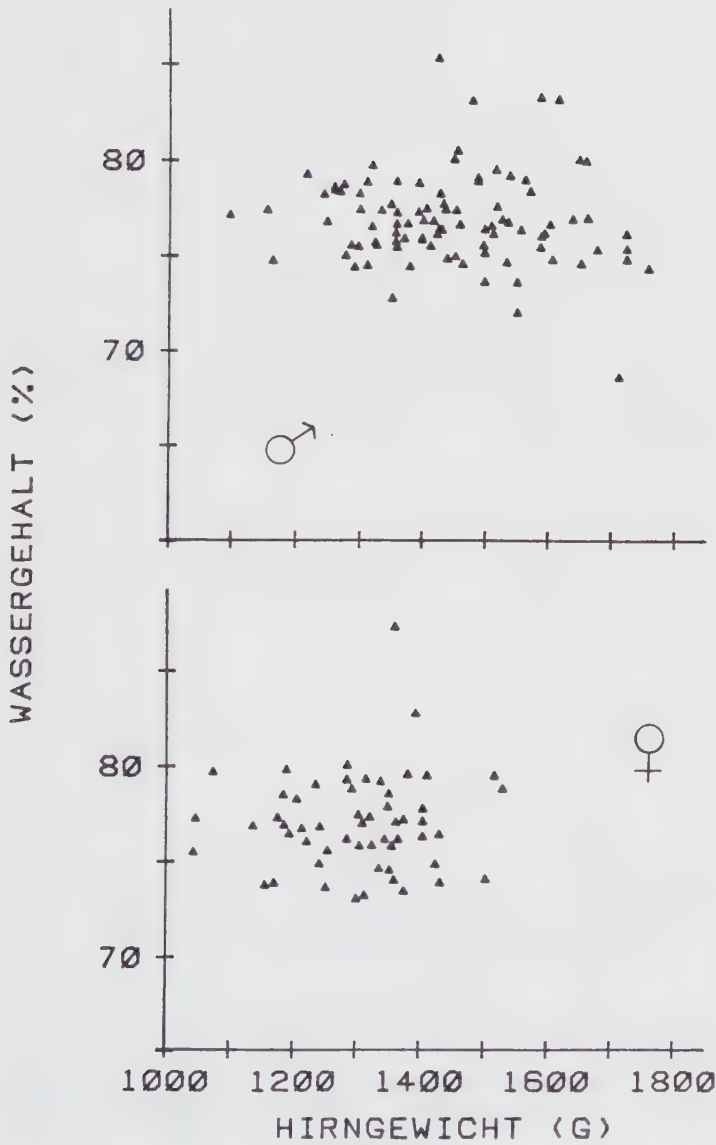


Abb. 9: Abhängigkeit des Wassergehalts des Thalamus vom Hirngewicht (Männer und Frauen)

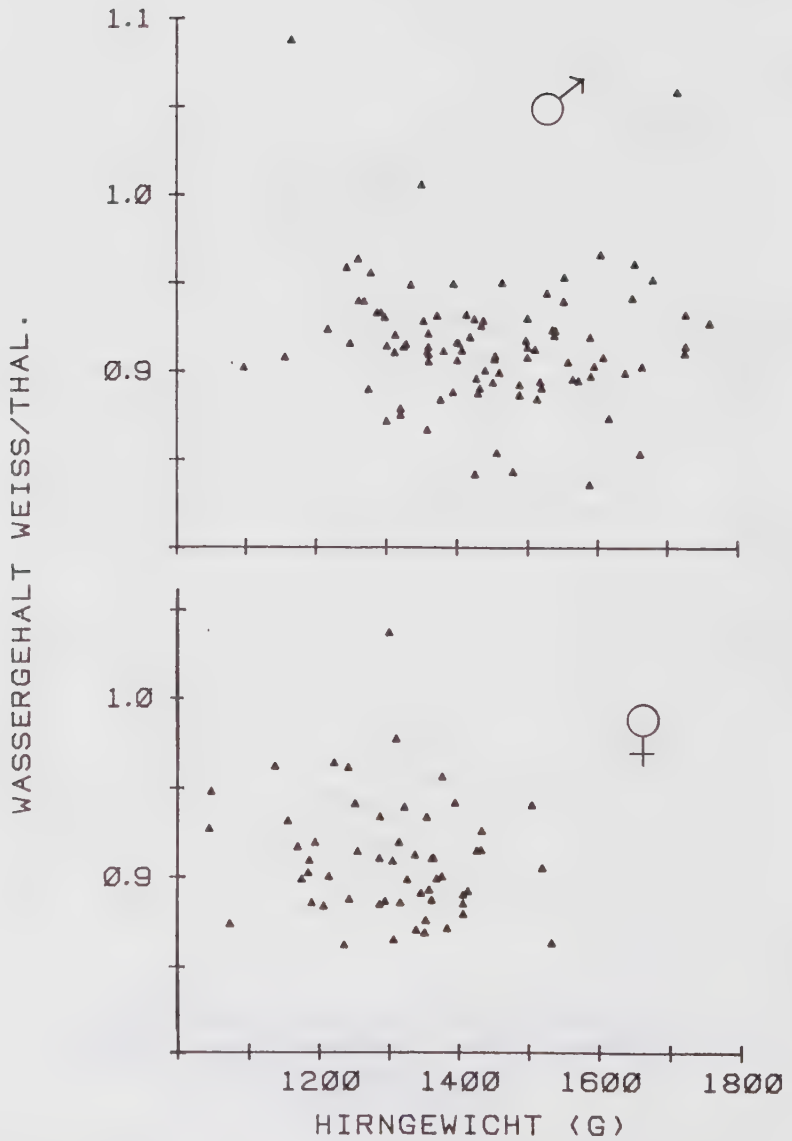


Abb. 10: Verhältnis des Wassergehalts weiße Substanz/
Thalamus in Abhängigkeit vom Hirngewicht
(Männer und Frauen)

Tabelle 4

Aufschlüsselung der Extremwerte des Wassergehalts nach dem Hirngewicht der Leichen.

Wassergehalt und Hirngewicht der Männer			Wassergehalt und Hirngewicht der Frauen	
weiße Substanz	min. 66,1%	1358 gr.	65,4%	1307 gr.
	max. 81,3%	1165 gr.	77,8%	1396 gr.
Thalamus	min. 68,7%	1713 gr.	73,0%	1302 gr.
	max. 85,4%	1425 gr.	87,3%	1362 gr.
weiße Substanz/ Thalamus	min. 0,84	1588 gr.	0,86	1237 gr.
	max. 1,1	1165 gr.	1,0	1302 gr.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß nach der vorliegenden Untersuchung kein Zusammenhang zwischen Hirngewicht und Wassergehalt festgestellt werden konnte. Es wurde allerdings das Volumen des Schädels vernachlässigt, d.h. das vorliegende Ergebnis sagt nichts über den Zusammenhang von Wassergehalt und spezifischem Hirngewicht aus, den Reichardt (13) feststellen konnte.

IV. Der Wassergehalt in Abhängigkeit vom "standardisierten" Hirngewicht.

1.) Begriffserklärung

Wie schon öfter erwähnt, ist das Hirngewicht des Menschen abhängig von seinem Lebensalter und Körperlänge und zwar in der Art, daß es mit höherem Alter und kleinerer Körperlänge abnimmt (12), (20), (7). Um nun den Wassergehalt verschiedener Gehirne besser miteinander vergleichen zu können, wurde versucht, den Einfluß der Parameter Körperlänge und Lebensalter, auf das Hirngewicht auszuschalten.

Nach Berechnungen von G. Beier (3) wurden die Hirngewichte auf das Lebensalter 25 Jahre und eine Körperlänge von 170 cm umgerechnet. Bis jetzt sind diese Berechnungen nur bei den männlichen Leichen möglich. Für Frauen existiert eine entsprechende Umrechnungsformel noch nicht.

2a) Der Wassergehalt der weißen Substanz

Es konnte kein Zusammenhang des Wassergehalts mit dem standardisierten Hirngewicht festgestellt werden (Abb. 11). Vergleicht man die Abb. 8 (Wassergehalt in Abhängigkeit vom Hirngewicht) mit Abb. 11, können keine bedeutenden Veränderungen festgestellt werden. Wenn die, nach Standardisierung, also nach Ausschalten der Einflußgrößen Körperlänge und Lebensalter, relativ schweren Gehirne mehr Wassergehalt aufwiesen, hätte auf der Abb. 11 im Vergleich zu Abb. 8 eine Rechtsverschiebung der oberen Werte stattgefunden, was nicht der Fall war.

b) Der Wassergehalt des Thalamus

Auch hier läßt sich keine Abhängigkeit des Wassergehalts vom standardisierten Hirngewicht erkennen, d.h. im Vergleich mit Abb. 9 (Abhängigkeit des Wassergehalts des Thalamus vom Hirngewicht) findet bei der Abb. 12 keine erkennbare Verschiebung der extrem hohen bzw. tiefen Werte entlang der Abszisse statt.

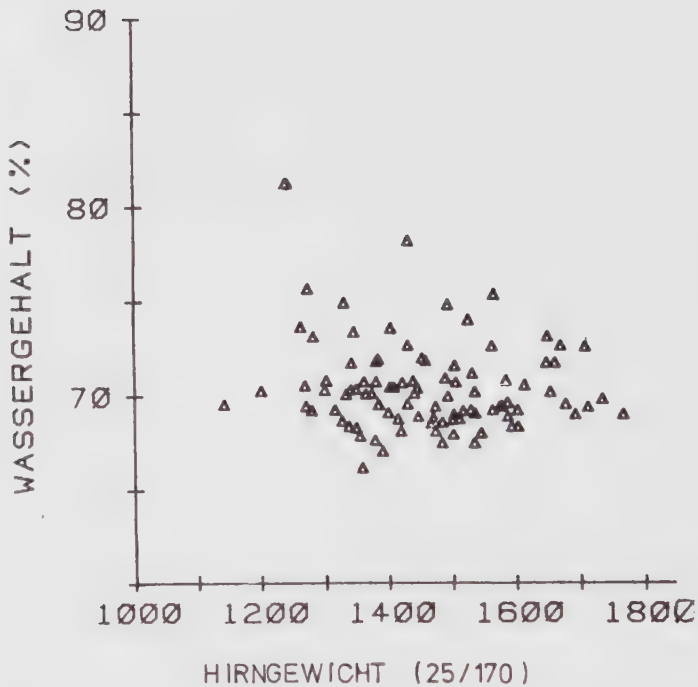


Abb. 11: Wassergehalt der weißen Substanz in
Abhängigkeit vom "standardisierten"
Hirngewicht (Männer)

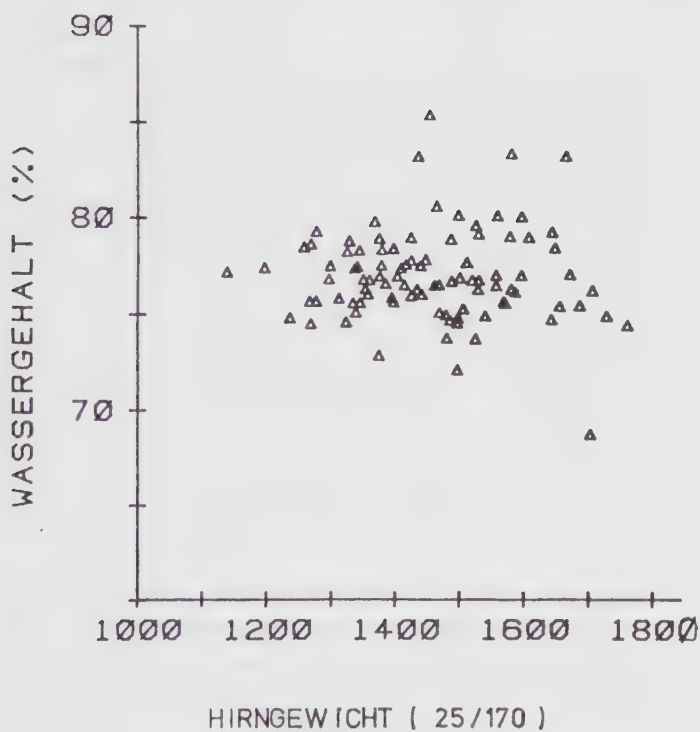


Abb. 12: Wassergehalt des Thalamus in Abhängigkeit vom "standardisierten" Hirngewicht (Männer)

V. Der Wassergehalt in Abhängigkeit von der Sektionszeit post mortem.

Die statistischen Berechnungen (s.o.) ließen zu, was die Sektionszeit post mortem betrifft, Männer und Frauen zu einer Gruppe zusammenzufassen. Als Liegezeit wurde die Zeit vom festgestellten Tod bis zur Obduktion in Stunden angesetzt. Bei einigen Leichen jedoch gilt die festgestellte Todeszeit nicht als absolut gesichert, z.B. wenn sie tot in der Wohnung aufgefunden wurden. In diesen Fällen ging die annähernde Todeszeit in die Berechnung ein. Leichen mit längerer Liegezeit als 96 Stunden wurden wegen fortgeschrittener Fäulnis nicht berücksichtigt.

Weder bei der weißen Substanz (Abb. 13) noch beim Thalamus (Abb. 13) noch beim Verhältnis der weißen Substanz/Thalamus (Abb. 14) konnte ein Zusammenhang zwischen der Liegezeit und dem Wassergehalt festgestellt werden. Es muß allerdings berücksichtigt werden, daß eine Änderung des Wassergehalts in den ersten 12 Stunden post mortem bei den vorliegenden Untersuchungen nicht erfaßt wurde.

Dies war zu erwarten, da im Gegensatz zu früher von der post mortalen Schwellung des Gehirns nicht mehr die Rede ist (14). Früher nahm man an, daß das Gehirn durch Quellung im Liquor an Volumen zunehme, also flüssigkeitsreicher werde.

Der Beeinflußung der Volumenzunahme durch die Liegezeit messen verschiedene Autoren keine Bedeutung mehr zu (16), (18). Reichardt bezweifelt, daß das Gehirn nach dem Tode überhaupt in regelmäßigen Mengen Flüssigkeit aufnehme. Dies stimmt mit dem vorliegenden Ergebnis überein. Auch war die Konsistenz der Gehirne, trocken bzw. feucht, nicht in Zusammenhang mit der Liegezeit zu bringen.

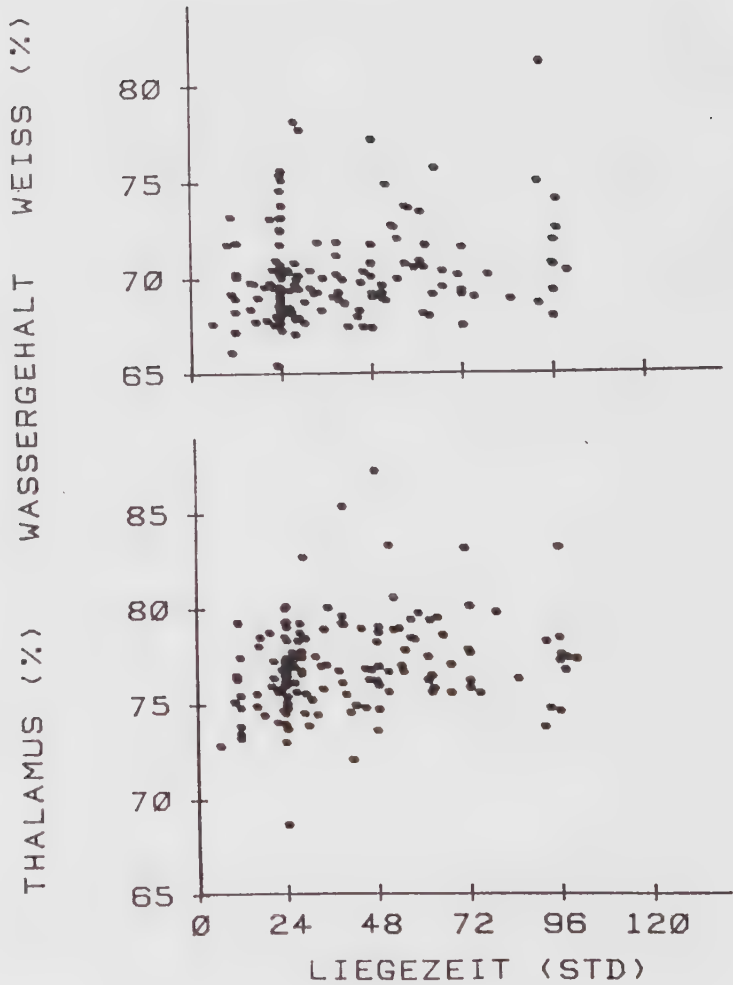


Abb. 13: Wassergehalt in Abhängigkeit von der Liegezeit bei weißer Substanz und Thalamus (gesamtes Untersuchungsgut)

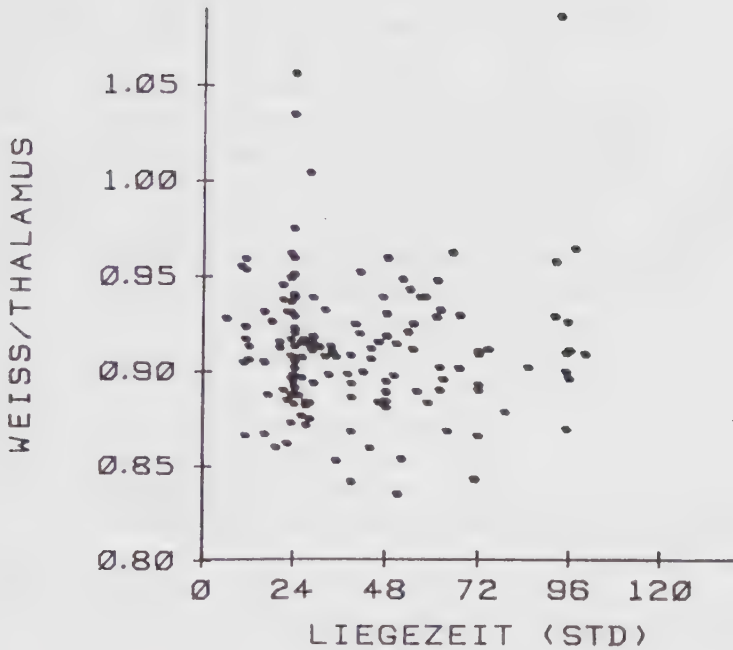


Abb. 14: Verhältnis des Wassergehalts:
weiße Substanz/Thalamus in Abhängigkeit
von der Liegezeit (gesamtes Untersuchungsgut)

VI. Der Wassergehalt in Abhängigkeit von der Dauer der Agone.

Zum Problem der postmortalen Hirnschwellung untersuchten Panofsky und Stemmler (22) die Quellfähigkeit des Gehirns in Formol. Sie nehmen an, daß die Quellfähigkeit des Gehirns in Formol deshalb proportional zu der Sektionszeit abnehme, weil das Gehirn seinen Liquor aufsauge, also wasserreicher werde.

Strecker (23) fand heraus, daß die Quellfähigkeit des Gehirns in Formol von der Dauer der Agone bzw. der Schnelligkeit des Todeseintrittes abhängt, und zwar in der Art, daß die Quellfähigkeit bei kurzer Agone hoch, bei langer Agone aber niedrig ist.

Es wurde in der vorliegenden Arbeit untersucht, ob die Dauer der Agone auch einen Einfluß auf den Wassergehalt des Gehirns hat, da eine hohe Quellfähigkeit einen geringen Wassergehalt vermuten läßt und umgekehrt.

Die Fälle wurden nach der Dauer der Agone in vier Gruppen eingeteilt: perakut, akut, subakut, protrahiert. Männer und Frauen wurden zu einer Gruppe zusammengefaßt (s.o.).

Die Gruppe "perakut" umfaßte die Fälle, bei denen der Tod durch den Abriß der medulla oblongata extrem schnell eingetreten war.

"Akut" wurden die Fälle bezeichnet, bei denen die Todesursache Coronarverschluß, fulminante Lungenembolie, Erhängen, Aspiration von Erbrochenem und schnelles Verbluten war.

Der Gruppe "subakut", die von der Gruppe "akut" schwer abzugrenzen war, wurden die Fälle zugeteilt, bei denen der Tod durch langsames Verbluten, Ertrinken, Einatmen von CO und zentraler Lähmung bei subduralem Hämatom bzw. Hirnrindenblutung eingetreten ist.

Als "protrahiert" wurde die Dauer der Agone bei den Fällen bezeichnet, bei denen Herz-Kreislaufversagen, Pneumonie oder ein Leberkoma zum Tode führte.

Männer und Frauen wurden gemeinsam ausgewertet (s.o.), insgesamt 130 Fälle. Die restlichen 23 Leichen waren, z.B. wegen unklarer Todesursache, nicht eindeutig zuzuordnen.

Tabelle 5

Abhängigkeit des Wassergehaltes der weißen Substanz
von der Dauer der Agone, Männer und Frauen

Gruppe	n	Mittelwert des Wassergehalts	Streuung	Varianz
perakut	18	70,6%	3,0	9,1
akut	51	69,8%	2,0	3,9
subakut	25	69,7%	2,1	4,6
protrahiert	36	70,5%	3,0	9,3

Es konnte kein Zusammenhang zwischen der Dauer der
Agone und dem Wassergehalt der weißen Substanz ge-
funden werden.

Auch beim Wassergehalt des Thalamus (Tab. 6) konnte
kein Zusammenhang mit der Dauer der Agone gefunden
werden.

Tabelle 6

Abhängigkeit des Wassergehaltes des Thalamus von
der Dauer der Agone, Männer und Frauen

Gruppe	n	Mittelwert des Wassergehalts	Streuung	Varianz
perakut	18	77,1 %	1,5	2,4
akut	51	77,0 %	2,8	7,8
subakut	25	77,0 %	1,9	3,7
protrahiert	36	76,5 %	2,9	8,2

VII. Der Wassergehalt in Abhängigkeit von den bei der Obduktion protokollierten Angaben.

Bei der Obduktion des Gehirns gibt es für den Obduzenten verschiedene Parameter, die auf einen Hirndruck hinweisen. Durch den, durch Volumenzunahme bedingten Druck des Gehirns gegen die Schädelkapsel, kommt es zu einer mehr oder weniger stark ausgeprägten Abflachung der Hirnwindungen (11). Durch den Hirndruck werden die Kleinhirntonsillen in das foramen occipitale gedrängt; dadurch wird das Bild der "hervorspringenden Kleinhirnmandeln" hervorgerufen. Je nachdem, ob der Hirndruck durch das Hirnödem oder die Hirnschwellung hervorgerufen wurde, zeigen sich die Schnittflächen "flüssigkeitsreich" oder von "zäh-klebriger" Konsistenz. Die Hirnhöhlen sind durch die Volumenzunahme eingeengt. Es besteht aber auch die Möglichkeit, daß sie, bedingt durch die Abflußbehinderung des Liquors, ausgeweitet sind.

Das Erkennen und Bewerten dieser Befunde unterliegt dem subjektiven Eindruck des Obduzenten.

Es wurden die Mittelwerte des Wassergehalts für ein Kollektiv mit dem vorgegebenen Merkmal ausgerechnet und mit dem Mittelwert der Gruppe ohne dieses Merkmal verglichen. Dabei wurde der Unterschied der Mittelwerte auf die Signifikanz überprüft, wobei

$p = 0,01 - 0,05$ als wahrscheinlicher

$p = 0,001 - 0,01$ als signifikanter

Unterschied (Tab. 7) gewertet wurde.

Männer und Frauen wurden zu einer Gruppe zusammengefaßt. Gehirne mit dem Befund "flüssigkeitsreiche Schnittflächen" wurden nicht ausgewertet, da ihre Anzahl mit $n=7$ für eine statistisch relevante Untersuchung nicht ausreicht. Da die Gehirne, was die Größe der Ventrikel betrifft, in drei Gruppen: "ohne Befund", "eingeengt" und "ausgeweitet", eingeteilt wurden und diese drei Gruppen miteinander verglichen werden mußten, wurde für den Befund der Ventrikel eine eigene Tabelle (Tab. 8) angefertigt.

Tabelle 7

Wassergehalt und die bei der Obduktion protokollierten Angaben. Männer und Frauen

	Gehirnbefund	n	Wassergehalt der weißen Substanz	Wassergehalt des Thalamus
1) Hirnwindungen	ohne Befund	26	70.2 ± 3.1	76.4 ± 2.6
	(stark) abgeplattet	127	70.2 ± 2.3	77.2 ± 2.4
	P		0.99	0.16
2) Kleinhirn- mandeln	ohne Befund	67	70.5 ± 2.8	76.8 ± 1.9
	(stark) hervor- springend	86	70.0 ± 2.2	72.2 ± 2.7
	P		0,28	0,65
3) Konsistenz der Schnitt- flächen	ohne Befund	89	70.3 ± 2.7	77.2 ± 2.5
	zäh-klebrig	57	70.3 ± 2.2	76.8 ± 2.3
	P		0.93	0.57
4) subjektive Diagnose: Hirndruck	nein	74	$70.7 \pm 3,0$	77.3 ± 2.3
	ja(stark)	79	69.7 ± 1.9	76.7 ± 2.4
	P		0.02	0.15

Die Tab. 7 zeigt, daß weder bei der weißen Substanz noch beim Thalamus signifikante Veränderungen des Wassergehalts auftraten. D.h., Gehirne, die den Befund abgeplattete Hirnwindungen, hervorspringende Kleinhirnmandeln, zäh-klebrige Schnittflächen oder auch nach subjektiver Wertung des Obduzenten einen Hirndruck aufweisen, unterscheiden sich nicht von den Gehirnen, bei denen diese Befunde nicht protokolliert wurden.

Tabelle 8

Wassergehalt und die Größe der Ventrikel,
Männer und Frauen

Befund	n	Wassergehalt der weißen Substanz	Wassergehalt des Thalamus
ohne Befund	94	69.9 ± 2.3	76.6 ± 2.4
eingengegt	10	69.7 ± 1.6	77.2 ± 2.1
P		0.86	0.56
ohne Befund	94	69.9 ± 2.3	76.6 ± 2.5
ausgeweitet	49	71.1 ± 2.6	77.8 ± 2.2
P		0.005	0.006
eingengegt	10	69.7 ± 1.6	77.2 ± 2.1
ausgeweitet	49	71.1 ± 2.6	77.8 ± 2.2
P		0.12	0.51

Wie die Tab. (8) zeigt, ist der Wassergehalt sowohl der weißen Substanz, als auch der des Thalamus bei den Gehirnen, bei denen die Ventrikel durch eine Liquorabflußbehinderung ausgeweitet sind, gegenüber den Gehirnen, bei denen zu der Größe der Ventrikel keine Angaben gemacht wurden, erhöht. Dieser Unterschied ist signifikant.

Bei den Gehirnen, bei denen die Ventrikel eingengegt waren, wurde kein veränderter Wassergehalt festgestellt.

E Diskussion

Seit langem schon versucht man, den Hirndruck, der durch Hirnschwellung bzw. Hirnödem zustande kommt, durch objektive Untersuchungen eindeutig meßbar zu machen. Die vorliegende Untersuchung zeigt, daß der Wassergehalt des Gehirns dafür ungeeignet zu sein scheint. Selbst bei objektiven Parametern, wie Alter und Gewicht der Leichen, konnte kein Zusammenhang mit dem Wassergehalt festgestellt werden. Das kann vor allem damit zusammenhängen, daß es sich bei einer Untersuchung an menschlichen Leichen nie um ein standardisiertes Untersuchungsgut handelt. Zuviel verschiedene Einflußgrößen wirken auf das Phänomen Hornödem und Hirnschwellung ein, so daß eine Abhängigkeit von einem Parameter nicht herausgefiltert werden konnte.

Was den Einfluß der Liegezeit auf den Wassergehalt betrifft - die ja nicht wie Alter und Hirngewicht objektiv gemessen werden kann - muß berücksichtigt werden, daß diese bei den Leichen eines gerichtsmedizinischen Instituts oft nicht ganz genau bestimmt werden konnte, z.B. wenn der Betreffende tot in der Wohnung aufgefunden wurde. Das gleiche Problem zeigt sich bei der Zuordnung der einzelnen Gruppen nach der Dauer der Agone, Diese war problematisch, da der Zeitpunkt des Todeseintrittes nicht genau bestimmt werden konnte. Es war schwer abzugrenzen, ob ein Verkehrsoffer mit Polytraumen schnell oder langsam verblutet ist. Suizide werden oft ausgeführt, indem der Betreffende Gifte, verschiedene Tabletten und Alkohol auf einmal zu sich nimmt. Die genau zum Tode führende Ursache ist dann nicht mehr festzustellen.

Was die subjektive Beurteilung des Gehirns durch die Obduzenten betrifft scheint es, daß allein bei dem Befund "erweiterte Ventrikel" mit einem erhöhten Wassergehalt zu rechnen ist, d.h., daß bei einer Behinderung des Liquorabflusses eine erhöhte Ödembereitschaft des Hirngewebes besteht.

Abschließend kann also gesagt werden, daß sich das auf den Wassergehalt untersuchte Material in 70 - 80 % der Fälle sehr gleichmäßig verhielt, daß aber 20 - 30 % der Gewebeproben, was den Wassergehalt betrifft, sehr deutlich über dem Durchschnitt lagen.

Die Abweichungen fanden immer nach oben, nie nach unten statt. In der vorliegenden Untersuchung war es aber nicht möglich, den Parameter zu finden, der für den deutlich erhöhten Wassergehalt zuständig war.

F Zusammenfassung

Ziel der Arbeit war es festzustellen, ob ein Zusammenhang des Wassergehaltes der weißen Substanz und des Thalamus mit

Alter

Hirngewicht

standardisiertem Hirngewicht

Sektionszeit post mortem

Dauer der Agone

und bei der Obduktion protokollierten Angaben besteht.

153 Gehirne kamen zur Auswertung, davon 96 von männlichen, 57 von weiblichen Leichen.

Die vorliegende Arbeit zeigte folgende Ergebnisse:

- 1.) Der durchschnittliche Wassergehalt der weißen Substanz betrug bei den Männern 70,4% und bei den Frauen 69,9%.

Der durchschnittliche Wassergehalt des Thalamus betrug bei den Männern 77,0% und bei den Frauen 77,0%. Statistische Untersuchungen zeigten, daß sich Männer und Frauen im Wassergehalt nicht unterscheiden, die weiße Substanz und der Thalamus jedoch schon.

- 2.) Es konnte ein Zusammenhang des Wassergehaltes, der weißen Substanz oder des Thalamus mit dem Lebensalter nicht festgestellt werden.
- 3.) In der vorliegenden Untersuchung zeigte sich der Wassergehalt von Hirngewicht und standardisiertem Hirngewicht unabhängig.

- 4.) Die Sektionszeit post mortem hatte keinen Einfluß auf den Wassergehalt des Hirngewebes.
- 5.) Die Dauer der Agone konnte weder mit dem Wassergehalt der weißen Substanz, noch mit dem des Thalamus in Zusammenhang gebracht werden.
- 6.) Auch die, bei der Sektion von den Obduzenten erhobenen, protokollierten Angaben gingen, was die abgeplatteten Hirnwindungen, hervorspringenden Kleinhirnmandeln, zäh-klebrigen Schnittflächen und den subjektiven Eindruck eines bestehenden Hirndrucks betrifft, nicht mit erhöhtem Wassergehalt einher.
Einzig bei der Gruppe mit dem Befund erweiterte Ventrikel fand sich sowohl bei der weißen Substanz als auch beim Thalamus ein erhöhter Wassergehalt, und zwar mit einem signifikanten Unterschied zu der Gruppe, bei den zu der Größe der Ventrikel keine Angabe gemacht wurde.

G Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

I. Tabellen

- Tab. 1: Individuen mit extrem hohen Wassergehalt der weißen Substanz mit Aufstellung der anderen ermittelten Parameter.
- Tab. 2: Extremwerte des Wassergehalts des Thalamus mit Aufschlüsselung der anderen ermittelten Parameter.
- Tab. 3: Aufschlüsselung der Extremwerte des Wassergehalts nach dem Alter der Leichen.
- Tab. 4: Aufschlüsselung der Extremwerte des Wassergehalts nach dem Hirngewicht der Leichen.
- Tab. 5: Abhängigkeit des Wassergehalts der weißen Substanz von der Dauer der Agone, Männer und Frauen.
- Tab. 6: Abhängigkeit des Wassergehalts des Thalamus von der Dauer der Agone, Männer und Frauen.
- Tab. 7: Wassergehalt und die, bei der Obduktion protokollierten Angaben, Männer und Frauen (außer Ventrikelbefund!).
- Tab. 8: Wassergehalt und die Größe der Ventrikel, Männer und Frauen

II. Abbildungen

- Abb. 1: Häufigkeitsverteilung des Alters,
Männer und Frauen.
- Abb. 2: Häufigkeitsverteilung der Körperlänge,
Männer und Frauen.
- Abb. 3: Häufigkeitsverteilung des Hirngewichts,
Männer und Frauen.
- Abb. 4: Häufigkeitsverteilung der Liegezeit
(gesamtes Untersuchungsgut).
- Abb. 5: Wassergehalt der weißen Substanz in Ab-
hängigkeit vom Alter, Männer und Frauen.
- Abb. 6: Wassergehalt des Thalamus in Abhängigkeit
vom Alter, Männer und Frauen.
- Abb. 7: Verhältnis des Wassergehalts Weiße Sub-
stanz/Thalamus in Abhängigkeit vom Alter,
Männer und Frauen.
- Abb. 8: Abhängigkeit des Wassergehalts der weißen
Substanz vom Hirngewicht, Männer und Frauen.
- Abb. 9: Abhängigkeit des Wassergehalts des Thalamus
vom Hirngewicht, Männer und Frauen.
- Abb.10: Verhältnis des Wassergehalts Weiße Substanz/
Thalamus in Abhängigkeit vom Hirngewicht,
Männer und Frauen.

- Abb. 11: Wassergehalt der weißen Substanz in Abhängigkeit vom "standardisierten" Hirngewicht, Männer.
- Abb. 12: Wassergehalt des Thalamus in Abhängigkeit vom "standardisierten" Hirngewicht, Männer.
- Abb. 13: Wassergehalt in Abhängigkeit von der Liegezeit, weiße Substanz und Thalamus (gesamtes Untersuchungsgut).
- Abb. 14: Verhältnis des Wassergehalts Weiße Substanz/Thalamus in Abhängigkeit von der Liegezeit (gesamtes Untersuchungsgut).

H Literaturverzeichnis

1. Alcala H. et al : The effect of size, histologic elements and water content on the visualization of cerebral infacts
Archiv of Neurology Bd.35/1 1978
2. G. Beier, "Beziehungen zwischen Hirndruck, W. Eisenmenger, Hirngewicht und Osmolalität" in: W. Spann und Neurogener Schock, Erstes Günz-E. Steinberger : burger Gespräch, 1975, S.11-16
3. G. Beier: persönliche Mitteilung
4. L. Burckhardt: Messungen der Substanzdichte am menschlichen Gehirn mittels spezifischen Gewichts
Virchows Archiv 314,H2, 1947
- 5.+ Donaldson H.H.: -Mem. Wistar Inst. of Anatomie
6. 8 Bid.6: 1924
-J. Comp. Neurol. 27 :77,1916/1917
7. H.-O.Dustmann: Das Hirngewicht und seine Abhängigkeit von Lebensalter, Körpergröße, Beruf und Todesursache
Med.Diss. München 1964
8. K.A.L. Elliot Measurement of experimentally
et al : induced brain swelling and shrinkage
J. of Neurol. volume 157, April 1949

9. Hager H. u. : Das Hirnödem. Handbuch der
H. Noetzel allg. Pathologie III/3
Springer, Berlin, Heidelberg,
New York
10. Hallervorden,
zitiert nach
Selbach
Selbach u.
Peters : Allg. Neurochir. 8 (1943)
11. Neugebauer : Der Hirndruck und seine gericht-
lich-medizinische Bedeutung
Deutsch.Z. Gerichtl.Med.29.272 (1938)
12. K. Nirschl: Das reduzierte Hirngewicht als Pa-
rameter zur Untersuchung verschie-
dener Einflußgrößen auf das Gewicht
menschlicher Gehirne
Med.Diss. München 1978
13. M. Reichardt: Über die Untersuchung des gesunden
und kranken Hirns mittels Waage
Verlag Gustav Fischer in Jena 1906
14. derselbe: Das Hirnödem in Lubarsch B, Henke F.
und R. Rössel
Handbuch der speziellen patholo-
gischen Anatomie und Histologie
XIII 1B
Springer, Berlin-Göttingen-Heidelberg
15. derselbe: Schädelinnenraum, Hirn und Körper
Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart
1965

16. Rothschild F.: Untersuchungen über die Bedingungen des Auftretens von amöboiden Glia im Großhirnmark unter besonderer Rücksicht der Hirnschwellung
Z. Neur. 148, 600 (1933)
17. Sachs, L.: Statistische Methoden
Springer Verlag, Berlin 1972
18. Schlüter D. u. H.E. Never: Zur Frage der Hirnschwellung
Physikalische und histologische Untersuchungen
Z. Neur. 140, 172 (1932)
19. H. Skelton: The storage of water by various tissues of the body
Department of Physiology,
University of Minnesota
20. Spann W.: Das Hirngewicht in Beziehung zur Todesursache und anderen Faktoren
Deut.Z.gerichtl.Medizin
Band 44 (1956)
21. Steinberger E.: Physik-chem. Untersuchungen an Gehirn und Körperflüssigkeiten
Ein Beitrag zur objektiven Beurteilung des gesteigerten Hirndrucks an Leichen
Med. Diss. München 1965
22. Staemmler u. Panofsky : Frankf. Z. Path. 26,519 (1922)

23. H. Strecker: Über das Problem der Hirn-
schwellung, insbesondere der
durch Aufsaugung von Liquor ent-
standenen bzw. ihr zugeschriebe-
nen
Z. Neurol. u. Psychiat. 120 (1929)
24. Th. Strobl: Über den Trockensubstanzgehalt
verschiedener Hirnteile
Zeitschrift für die ges. Neurol.
u. Psychiatrie
Bd. 166 (1939)
25. Torack R.M.
et al : Correlative assay of computerized
cranial Tomographie (CCT), water
content and specific gravity normal
and pathological post mortem brain.
Journal of Neuropathology and
experimental Neurology
Bd. 35/4 1976
26. A. Unterberg: Das Kallikrein-Renin-System als
Mediator des vasogenen Hirnödems
Diss. München 1983

LEBENS LAUF

5. Juni 1956	geboren in München als zweite Tochter von Dr. med. dent. Helmut Otto Wiest, Zahnarzt und Dr. med. dent. Helmtrud Maria Theresia Wiest, geb. Erhard, Zahnärztin
1962 - 1966	Volksschule an der Herterichstraße in München-Solln
1966 - 1968	neusprachl. Gymnasium der armen Schulschwestern am Anger, München
1968 - 1975	Thomas-Mann-Gymnasium, München
Juni 1975	allgemeine Hochschulreife
November 1975 - Oktober 1976	Studium der Tiermedizin an der Ludwig-Maximilians-Universität, München
Oktober 1976	Naturwissenschaftliche Vorprüfung
Oktober 1976 - September 1978	Studium der Zahnheilkunde an der Université libre de Bruxelles, Belgien
April 1979 - Oktober 1980	Studium der Zahnheilkunde an der Johannes-Gutenberg-Universität, Mainz
April 1980	Zahnärztliche Vorprüfung
8. November 1980 - April 1983	Studium der Zahnheilkunde an der Ludwig-Maximilians-Universität, München
April 1983	Staatsexamen Zahnmedizin

4. Mai 1983	Approbation zur Zahnärztin
Seit Juni 1983	Assistentin in freier Zahnarzt-Praxis.
5. Oktober 1983	Heirat mit Dr. med. dent. Reinhard Jonas, Zahnarzt
24. Februar 1984	Geburt unserer Tochter, Franziska Helmtrud

